

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): Maruyama, S., et al.  
Appl. No.: Unknown  
Conf. No.: Unknown  
Filed: March 3, 2004  
Title: OPTICAL FIBER COUPLER, MANUFACTURING METHOD AND  
MANUFACTURING APPARATUS THEREOF  
Art Unit: Unknown  
Examiner: Unknown  
Docket No.: 114216-010

Mail Stop Patent Application  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

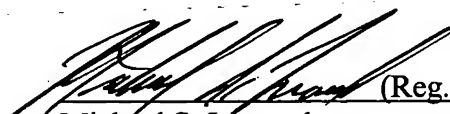
**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

Sir:

Please enter of record in the file of the above application, the attached certified copy of Japanese Patent Application No. 2003-071373 filed on March 17, 2003. Applicants claim priority of March 17, 2003, the earliest filing date of the attached Japanese application under the provisions of Rule 55 and 35 U.S.C. §119, and referred to in the Declaration of this application.

Although Applicants believe no fees are due with this submission, the Commissioner is authorized to charge any fees which may be required, or to credit any overpayment to account No. 02-1818.

Respectfully submitted,

 (Reg. No. 37,557)

Michael S. Leonard  
Bell, Boyd & Lloyd  
P.O. Box 1135  
Chicago, Illinois 60609-1135  
(312) 807-4270  
Attorney for Applicants

Dated: March 3, 2004

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月17日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-071373  
Application Number:

[ST. 10/C]: [JP 2003-071373]

出願人 YKK株式会社  
Applicant(s):

2004年 1月 6日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3108850

【書類名】 特許願

【整理番号】 H0217000

【提出日】 平成15年 3月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/00

【発明者】

    【住所又は居所】 富山県黒部市天神新 2 3 2 - 2

    【氏名】 丸山 真一郎

【発明者】

    【住所又は居所】 富山県黒部市三日市 4 0 1 8

    【氏名】 中口 裕晶

【特許出願人】

    【識別番号】 000006828

    【氏名又は名称】 ワイケイケイ株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100079083

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 木下 實三

    【電話番号】 03(3393)7800

【選任した代理人】

    【識別番号】 100094075

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 中山 寛二

    【電話番号】 03(3393)7800

【選任した代理人】

    【識別番号】 100106390

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 石崎 剛

    【電話番号】 03(3393)7800

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 021924

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ファイバカプラ、その製造方法およびその製造装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数本の光ファイバの接触する少なくとも一部を加熱により融着して光ファイバカプラを製造する光ファイバカプラの製造方法であって、

前記融着の際に、これら複数本の光ファイバのいずれか 1 つの一端から異なる波長の光を入射しつつ、前記複数本の光ファイバの他端から出射される光を読み取り、

前記複数本の光ファイバから出射される各波長の光の分岐比の差の値が、製造された前記光ファイバカプラの製造の際におけるいずれか 1 つの波長の光の分岐比と異なる波長の光の分岐比の差との関係式に基づいて得られる分岐比の差の値と略同一となる時点で、前記融着する処理を停止する

ことを特徴とする光ファイバカプラの製造方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の光ファイバカプラの製造方法において、

前記関係式は、異なる波長の光の分岐比が略同一となる各分岐比で光ファイバカプラが得られた際の融着を停止した時点における前記複数本の光ファイバの他端から出射される前記分岐比の差の値についての近似関数である

ことを特徴とする光ファイバカプラの製造方法。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の光ファイバカプラの製造方法において、

前記関係式は、いずれか一方の波長の光の分岐比が所定の値で得られた光ファイバカプラの融着を停止した時点における前記複数本の光ファイバの他端から出射される前記分岐比の差の値についての近似関数である

ことを特徴とする光ファイバカプラの製造方法。

【請求項 4】 請求項 2 または請求項 3 に記載の光ファイバカプラの製造方法において、

前記関係式は、所定の分岐比の範囲毎に異なる一次関数である

ことを特徴とする光ファイバカプラの製造方法。

【請求項 5】 請求項 2 または請求項 3 に記載の光ファイバカプラの製造方法において、

前記関係式は、所定の分岐比の範囲毎に異なる一次関数に基づく近似曲線である

ことを特徴とする光ファイバカプラの製造方法。

【請求項 6】 請求項 2 または請求項 3 に記載の光ファイバカプラの製造方法において、

前記関係式は、三次関数である

ことを特徴とする光ファイバカプラの製造方法。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の光ファイバカプラの製造方法において、

前記関係式は、異なる波長の入射される光を略同一の割合で分岐させる前記光ファイバカプラを製造するための条件であって、 $-0.00001x^3 + 0.001557x^2 + 0.08135x$  で表され、

融着時に読み取る波長の光の分岐比の値を  $x$  とすることで、前記融着する処理を停止させるための分岐比の差の値が演算される

ことを特徴とする光ファイバカプラの製造方法。

【請求項 8】 請求項 6 に記載の光ファイバカプラの製造方法において、

前記関係式は、少なくとも 1 つの波長の入射される光を所定の割合で分岐させるとともに他の波長の入射される光も適宜分岐させる前記光ファイバカプラを製造するための条件であって、 $-0.000025x^3 + 0.0025x^2 + 0.16x$  で表され、

融着時に読み取る波長の光の分岐比の値を  $x$  とすることで、前記融着する処理を停止させるための分岐比の差の値が演算される

ことを特徴とする光ファイバカプラの製造方法。

【請求項 9】 複数本の光ファイバを略並列に配置保持する保持手段と、

この保持手段にて保持された前記複数本の光ファイバの少なくとも一部を加熱する加熱手段と、

この加熱手段にて加熱された前記光ファイバを延伸する延伸手段と、

前記加熱手段および前記延伸手段を制御する制御手段と、を具備し、

前記制御手段は、前記光ファイバの少なくともいずれか 1 つの一端から異なる波長の光を入射させる入光手段と、前記複数本の光ファイバの他端から出射され

る光を検出する検出手段と、製造された前記光ファイバカプラの製造の際におけるいずれか1つの波長の光の分岐比と異なる波長の光の分岐比の差との関係式に関する情報を記憶する記憶手段と、前記検出手段にて検出した光の分岐比の差を演算しこの演算した分岐比の差の値が前記記憶手段に記憶された関係式に基づいて得られる分岐比の差の値と略等しくなったことを認識すると所定の制御信号を出力させる演算手段と、この演算手段から出力される制御信号を認識することにより、前記加熱手段による加熱および前記延伸手段による延伸を停止させる処理をする動作制御手段と、を備えた

ことを特徴とした光ファイバカプラの製造装置。

【請求項10】 請求項1ないし請求項8のいずれかに記載の光ファイバカプラの製造方法を実施する

ことを特徴とした光ファイバカプラの製造装置。

【請求項11】 請求項1ないし請求項8のいずれかに記載の光ファイバカプラの製造方法が実施されて製造された

ことを特徴とした光ファイバカプラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数本の光ファイバが融着された光ファイバカプラ、その製造方法およびその製造装置に関する。

【0002】

【背景技術】

従来、2本の光ファイバの長手方向の一部を適宜融着することにより、光ファイバの一端側から入光される光を所定の条件で他端側から出光させる光ファイバカプラの製造方法として、各種方法が知られている（例えば、特許文献1ないし特許文献5）。

【0003】

特許文献1に記載の方法は、2本の光ファイバを略並列に配置し、各光ファイバの一端からそれぞれ異なる波長の光を入射し、2本の光ファイバを適宜加熱し

つつ延伸し、各光ファイバの他端からそれぞれ出射される波長の異なる光の強度をそれぞれ検出する。そして、検出した光の強度が略等しくなった時点で加熱および延伸を停止する構成が採られている。しかしながら、この特許文献1に記載の方法では、加熱および延伸を停止しても、予熱による光ファイバの結合の進行、冷却による体積収縮などが生じ、得られた光ファイバカブラの分岐比が所望の分岐比からずれるおそれがある。

#### 【0004】

特許文献2および特許文献3に記載の方法は、2本の光ファイバを略並列に配置し、一方の光ファイバの一端から異なる波長の光を入射し、2本の光ファイバを適宜加熱しつつ延伸し、2本の光ファイバの他端からそれぞれ出射される光の分岐比を検出する。そして、検出する分岐比が所望の分岐比となった時点で加熱および延伸の動作を停止させて光ファイバカブラを製造する構成が採られている。しかしながら、これら特許文献2および特許文献3に記載の方法についても、特許文献1と同様に、予熱による結合の進行や冷却による体積収縮などにより、得られた光ファイバカブラの分岐比が所望の分岐比からずれるおそれがある。

#### 【0005】

また、特許文献4に記載の方法は、略並列に配置した2本の光ファイバの一端から所定の異なる波長の光をそれぞれ入射し、他端から出射する光の出力差が、それら出力差の最大値に0～50%を乗じた値となった時点で加熱および延伸を停止する構成が採られている。しかしながら、この特許文献4に記載の方法では、得られる光ファイバカブラの目的とする分岐比が異なると、停止時期を制御していても所望とする分岐比が得られないおそれがある。

#### 【0006】

さらに、特許文献5に記載の方法は、略並列に配置した2本の光ファイバのうち、一方の光ファイバの一端から所定の波長の光を入射し、2本の光ファイバを適宜加熱しつつ延伸し、少なくとも一方の光ファイバの他端から出射される光を検出する。そして、検出した光の出力値を一次微分して微分値が「0」となった時点で加熱および延伸を停止する構成が採られている。しかしながら、この特許文献5に記載の方法では、停止時期を自動的に制御しても、予熱による結合の進



行や冷却による体積収縮などにて、所望の分岐比が得られないおそれがある。

【0007】

【特許文献1】

特開平6-148463号公報（第2頁右欄-第3頁右欄）

【特許文献2】

特開平6-51154号公報（第2頁右欄-第5頁左欄）

【特許文献3】

特開平6-281842号公報（第3頁左欄-第4頁左欄）

【特許文献4】

特開平7-27945号公報（第5頁左欄-第9頁右欄）

【特許文献5】

特許第3074495号公報（第2頁左欄-第3頁右欄）

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように、特許文献1に記載の方法では融着時に検出する光の強度が略等しくなった時点で融着動作を停止させ、特許文献2および特許文献3に記載の方法では検出する光の分岐比が所望の分岐比となった時点で融着動作を停止させているので、予熱による結合の進行や冷却による体積収縮などにより、得られる光ファイバカプラの分岐比が所望の分岐比からずれるおそれがある。また、特許文献4に記載の方法では、検出する光の出力差がそれら出力差の最大値に0～50%の所望の比率を乗じた値となった時点で融着を停止させているので、製造する光ファイバカプラの目的とする分岐比が異なると、同様に製造しても所望の分岐比の光ファイバカプラが得られなくなるおそれがある。さらに、特許文献5に記載の方法では、検出する光の出力値の一次微分値が「0」となった時点で融着を停止させているので、予熱による結合の進行や冷却による体積収縮などにより、所望の分岐比が得られないおそれがあるなどの問題点が一例として挙げられる。

【0009】

本発明は、このような問題点に鑑みて、所望の光学特性が良好に得られる光フ

ファイバカプラ、その製造方法およびその製造装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明は、複数本の光ファイバの接触する少なくとも一部を加熱により融着して光ファイバカプラを製造する光ファイバカプラの製造方法であって、前記融着の際に、これら複数本の光ファイバのいずれか1つの一端から異なる波長の光を入射しつつ、前記複数本の光ファイバの他端から出射される光を読み取り、前記複数本の光ファイバから出射される各波長の光の分岐比の差の値が、製造された前記光ファイバカプラの製造の際におけるいずれか1つの波長の光の分岐比と異なる波長の光の分岐比の差との関係式に基づいて得られる分岐比の差の値と略同一となる時点で、前記融着する処理を停止することを特徴とする光ファイバカプラの製造方法である。

【0011】

この発明では、いずれか1つの光ファイバの一端から入射された波長の異なる光を光ファイバの他端から読み取って、各波長の光の分岐比の差が、製造された光ファイバカプラの製造の際におけるいずれか1つの波長の光の分岐比と異なる波長の光の分岐比の差との関係式に基づいて得られる分岐比の差の値と略同一となった時点で、融着の処理を停止させる。このことにより、あらかじめ製造された光ファイバカプラの製造時の分岐比と分岐比の差との関係式に基づいて、融着の停止時期を制御するので、融着が自動的に制御され、光ファイバカプラの自動的な製造が図れ、自動化による安定した光学特性の光ファイバカプラが容易に得られるとともに、あらかじめ製造された光ファイバカプラの分岐比と分岐比の差との関係に基づく関係式により、高精度で所望の分岐比の光ファイバカプラが得られる。

【0012】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の光ファイバカプラの製造方法において、前記関係式は、異なる波長の光の分岐比が略同一となる各分岐比で光ファイバカプラが得られた際の融着を停止した時点における前記複数本の光ファイバの他端から出射される前記分岐比の差の値についての近似関数であることを特徴

とする。

【0013】

この発明では、関係式として、異なる波長の光の分岐比が略同一となる各分岐比で光ファイバカプラが得られた際の融着を停止した時点における分岐比の差の値に基づいて、近似関数を求めて関係式としている。このことにより、実測値に基づく関係式で融着を終了するタイミングが制御されるので、例えば特に異なる波長の入射される光を略同一の割合で分岐させる光ファイバカプラの所望の分岐比が高精度で容易に得られる。

【0014】

請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の光ファイバカプラの製造方法において、前記関係式は、いずれか一方の波長の光の分岐比が所定の値で得られた光ファイバカプラの融着を停止した時点における前記複数本の光ファイバの他端から出射される前記分岐比の差の値についての近似関数であることを特徴とする。

【0015】

この発明では、関係式として、いずれか一方の波長の光の分岐比が所定の値で得られた各分岐比での光ファイバカプラの融着を停止した時点における分岐比の差の値に基づいて、近似関数を求めて関係式としている。このことにより、実測値に基づく関係式で融着を終了するタイミングが制御されるので、例えば特に少なくとも1つの波長の入射される光を所定の割合で分岐させるとともに他の波長の入射される光も適宜分岐させる光ファイバカプラの所望の分岐比が高精度で容易に得られる。

【0016】

請求項4に記載の発明は、請求項2または請求項3に記載の光ファイバカプラの製造方法において、前記関係式は、所定の分岐比の範囲毎に異なる一次関数であることを特徴とする。

【0017】

この発明では、関係式が所定の分岐比の範囲毎に異なる一次関数である。このことにより、実測値に基づく関係式が容易に求められるとともに、関係式が簡単な一次関数であることから演算が容易で、高精度で所望の分岐比の光ファイバカ

プラが得られる構成が容易に得られる。

【0018】

請求項5に記載の発明は、請求項2または請求項3に記載の光ファイバカプラの製造方法において、前記関係式は、所定の分岐比の範囲毎に異なる一次関数に基づく近似曲線であることを特徴とする。

【0019】

この発明では、所定の分岐比の範囲毎に異なる一次関数に基づく近似曲線である。このことにより、分岐比の範囲毎で異なる一次関数を用いて演算する場合に比し、1つの関係式で実測値に基づく関係式による制御でより高精度で所望の分岐比の光ファイバカプラが容易に得られる。

【0020】

請求項6に記載の発明は、請求項2または請求項3に記載の光ファイバカプラの製造方法において、前記関係式は、三次関数であることを特徴とする。

【0021】

この発明では、関係式が三次関数である。このことにより、より高精度で所望の分岐比が得られるとともに、高精度で所望の分岐比の光ファイバカプラが得られる構成が容易に得られる。

【0022】

請求項7に記載の発明は、請求項6に記載の光ファイバカプラの製造方法において、請求項6に記載の光ファイバカプラの製造方法において、前記関係式は、異なる波長の入射される光を略同一の割合で分岐させる前記光ファイバカプラを製造するための条件であって、 $-0.00001x^3 + 0.001557x^2 + 0.08135x$ で表され、融着時に読み取る波長の光の分岐比の値を  $x$  とすることで、前記融着する処理を停止させるための分岐比の差の値が演算されることを特徴とする。

【0023】

この発明では、異なる波長の入射される光を略同一の割合で分岐させる光ファイバカプラを製造する際に、 $-0.00001x^3 + 0.001557x^2 + 0.08135x$ で表される関係式を用いて、融着時に読み取る波長の光の分岐比の

値を  $x$  とすることで、融着する処理を停止させるための分岐比の差の値を演算する。このことにより、略同一の割合で分岐させる光ファイバカプラであっていずれの分岐比で分岐させる光ファイバカプラにおいても高精度で所望の分岐比の光ファイバカプラが得られる。

#### 【0024】

請求項 8 に記載の発明は、請求項 6 に記載の光ファイバカプラの製造方法において、前記関係式は、少なくとも 1 つの波長の入射される光を所定の割合で分岐させるとともに他の波長の入射される光も適宜分岐させる前記光ファイバカプラを製造するための条件であって、 $-0.000025x^3 + 0.0025x^2 + 0.16x$  で表され、融着時に読み取る波長の光の分岐比の値を  $x$  とすることで、前記融着する処理を停止させるための分岐比の差の値が演算されることを特徴とする。

#### 【0025】

この発明では、少なくとも 1 つの波長の入射される光を所定の割合で分岐させるとともに他の波長の入射される光も適宜分岐させる光ファイバカプラを製造する際に、 $-0.000025x^3 + 0.0025x^2 + 0.16x$  で表される関係式を用いて、融着時に読み取る波長の光の分岐比の値を  $x$  とすることで、融着する処理を停止させるための分岐比の差の値を演算する。このことにより、少なくとも 1 つの波長の入射される光を所定の割合で分岐させる光ファイバであっていずれの分岐比で分岐させる光ファイバカプラにおいても高精度で所望の分岐比の光ファイバカプラが得られる。

#### 【0026】

請求項 9 に記載の発明は、複数本の光ファイバを略並列に配置保持する保持手段と、この保持手段にて保持された前記複数本の光ファイバの少なくとも一部を加熱する加熱手段と、この加熱手段にて加熱された前記光ファイバを延伸する延伸手段と、前記加熱手段および前記延伸手段を制御する制御手段と、を具備し、前記制御手段は、前記光ファイバの少なくともいずれか 1 つの一端から異なる波長の光を入射させる入光手段と、前記複数本の光ファイバの他端から出射される光を検出する検出手段と、製造された前記光ファイバカプラの製造の際における

いずれか1つの波長の光の分岐比と異なる波長の光の分岐比の差との関係式に関する情報を記憶する記憶手段と、前記検出手段にて検出した光の分岐比の差を演算しこの演算した分岐比の差の値が前記記憶手段に記憶された関係式に基づいて得られる分岐比の差の値と略等しくなったことを認識すると所定の制御信号を出力させる演算手段と、この演算手段から出力される制御信号を認識することにより、前記加熱手段による加熱および前記延伸手段による延伸を停止させる処理をする動作制御手段と、を備えたことを特徴とした光ファイバカプラの製造装置である。

#### 【0027】

この発明では、保持手段にて略並列に配置保持された複数本の光ファイバの少なくともいずれか1つの端部から入光手段にて異なる波長の光を入射させ、検出手段にて複数本の光ファイバの他端から出射される光を検出し、演算手段により検出した光の分岐比の差を演算して、記憶手段に記憶された情報の所定の関係式で表される分岐比の差の値と略等しいと認識すると制御信号を出力し、動作制御手段にて加熱手段による加熱および延伸手段による延伸を停止させる処理を実施させる。このことにより、あらかじめ製造された光ファイバカプラの製造時の分岐比と分岐比の差との関係式に基づいて、融着の停止時期を制御するので、融着が自動的に制御され、光ファイバカプラの自動的な製造が図れ、製造性の向上が得られ、自動化による安定した光学特性の光ファイバカプラが容易に得られるとともに、あらかじめ製造された光ファイバカプラの分岐比と分岐比の差との関係に基づく関係式により、高精度で所望の分岐比の光ファイバカプラが得られる。

#### 【0028】

請求項10に記載の発明は、請求項1ないし請求項8のいずれかに記載の光ファイバカプラの製造方法を実施することを特徴とした光ファイバカプラの製造装置である。

#### 【0029】

この発明では、高精度で所望の分岐比の光ファイバカプラが容易に得られる請求項1ないし請求項8のいずれかに記載の光ファイバカプラの製造方法を実施するものである。このことにより、高精度で所望の分岐比の光ファイバカプラが容

易に良好に製造される。

### 【0030】

請求項11に記載の発明は、請求項1ないし請求項8のいずれかに記載の光ファイバカプラの製造方法が実施されて製造されたことを特徴とした光ファイバカプラである。

### 【0031】

この発明では、高精度で所望の分岐比の光ファイバカプラが容易に得られる請求項1ないし請求項8のいずれかに記載の光ファイバカプラの製造方法が実施されて製造されるものである。このことにより、所望の分岐比が高精度で容易に得られる。

### 【0032】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明における一実施の形態を図面に基づいて説明する。

#### 〔光ファイバカプラの構成〕

図1は、本実施の形態において製造される光ファイバカプラを示す保護部材近傍の一部を切り欠いた断面図である。図2は、光ファイバカプラを示す保護部材近傍の一部を切り欠いた平面図である。図3は、形式の異なる光ファイバカプラを示す説明図で、(A)はDWCの分岐状況を示す説明図で、(B)はWFCの分岐状況を示す説明図である。なお、本実施の形態では、2本の光ファイバを融着した融着型の光ファイバカプラについて説明するが、融着する光ファイバは2本に限らず、複数本融着されたものでも適用できる。

### 【0033】

図1および図2において、10は光ファイバカプラで、この光ファイバカプラ10は、光ファイバ11、12の少なくとも一部が溶融延伸法により融着されて枝分かれ状に構成され、1本あるいは複数本の光ファイバ11、12の長手方向の一端から入光された光を、所定の分岐率や分波率で分光あるいは合波して他端から出光させる。

この光ファイバカプラ10は、波長無依存型カプラ（以下、DWCと称する。）と、波長平坦型カプラ（以下、WFCと称する。）との2種類に分類される。

## 【0034】

DWCは、異なる波長の入射される光を略同一の割合で分岐させるものである。すなわち、DWCは、図3（A）で示すように、例えば一方の光ファイバ12（11）の一端から異なる波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ の光を入射した場合、波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ の光がそれぞれ略同一の分岐比で分岐して光ファイバ11、12の他端から出射させる。このDWCにおいて、光ファイバ11、12の他端からそれぞれ出射される波長 $\lambda_1$ （ $\lambda_2$ ）の光の分岐する比率（A／100）は、適宜光ファイバ11、12の径寸法や融着状況などにより適宜設定される。

また、WFCは、少なくとも1つの波長の入射される光を所定の割合で分岐させるとともに他の波長の入射される光も適宜分岐させるものである。すなわち、WFCは、図3（B）に示すように、例えば一方の光ファイバ12（11）の一端から異なる波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ の光を入射した場合、いずれか一方の波長 $\lambda_1$ （ $\lambda_2$ ）を所定の比率（A／100）で、かつ、この周辺も前記所定の比率に近い比率で分岐させるものである。なお、他方の波長 $\lambda_2$ （ $\lambda_1$ ）も適宜分岐されるが、その比率（a／100）については一方の波長 $\lambda_1$ （ $\lambda_2$ ）の分岐する比率（A／100）と同一でなくてもよい。

## 【0035】

そして、光ファイバカプラ10で用いられる融着する光ファイバ11、12としては、線状のクラッド11A、12Aの中心軸にコア11B、12Bを有し、外周面には被覆部材11C、12Cがそれぞれ設けられている。

そして、光ファイバカプラ10は、光ファイバ11、12の被覆部材11C、12Cが除去された部分で融着されて融着部13が形成されている。この融着部13は、断面略円形で、外周面が略円柱状となるクラッド13A内に2本のコア13Bが略平行に埋設された状態に形成されている。

## 【0036】

また、光ファイバカプラ10には、融着部13の近傍を保護する保護部材20が設けられている。この保護部材20は、支持板21、光ファイバ固定部22と、カプラ固定部23と、保護管24と、を備えている。

支持板21は、例えば石英板などにて略板状に形成されている。この支持板2



1の一面には、所定の間隙を介して対向する一対の光ファイバ固定部22が設けられている。

光ファイバ固定部22は、支持板21の一面側に位置して光ファイバ11, 12を支持板21に位置決め固定する。カップラ固定部23は、光ファイバ固定部22間で融着部13の両端側に位置し光ファイバ11, 12を支持板21に位置決め固定する。これら光ファイバ固定部22およびカップラ固定部23は、例えば紫外線硬化型樹脂などが用いられる。

保護管24は、例えば金属管が用いられ、光ファイバカップラ10を固定した支持板21を収容可能に形成されている。なお、金属管に限らず、例えばガラス管などの線膨張係数の小さい部材にて形成したものなど、いずれの材料が利用できる。そして、支持板21を収容した保護管24は両端部が光ファイバ11, 12を延出する状態にシール部材25にて閉塞され、光ファイバカップラ10は融着部13の近傍が保護部材20内に封止されて固定される。

#### 【0037】

##### 〔製造装置の構成〕

次に、上記光ファイバカップラを製造するための製造装置の構成について図面を参照して説明する。図4は、製造装置の概略構成を示すブロック図である。なお、本実施の形態における製造装置として、加熱手段に火炎を利用するマイクロトーチを用いた構成について説明するが、火炎を利用しないヒータなどを用いた構成などでも適用できる。図5は、光ファイバカップラの融着の停止時期を設定するための関係式を示すグラフである。

#### 【0038】

図4において、100は製造装置で、この製造装置100は、2本の光ファイバ11, 12の少なくとも一部を融着させて光ファイバカップラ10を製造する装置である。この製造装置100は、保持手段110と、加熱手段120と、図示しない延伸手段と、制御手段130と、を備えている。また、制御手段130は、融着状況を制御するもので、融着制御部131と、演算手段としての計測部132と、を備えている。

#### 【0039】

保持手段 110 は、クランプなどの一对の保持部 111 を有し、光ファイバ 11, 12 の被覆部材 11C, 12C が除去された部分をほぼ弛みなく略並列に接触する状態で配置して保持する。なお、保持する状態としては、光ファイバ 11, 12 の被覆部材 11C, 12C が除去された部分を長手方向が略平行、あるいはねじって互いに接触する状態とする。そして、一对の保持部 111 はそれぞれ延伸手段に配設され、保持部 111 間の距離が延伸手段により可変可能となっている。

なお、延伸手段は、制御手段 130 の融着制御部 131 の制御により、保持部 111 間の距離を可変する量や可変する時間、保持部 111 を移動させる速さなどが制御されて動作する。

#### 【0040】

加熱手段 120 は、図示しない台座部と、マイクロトーチ（マイクロバーナ）121 と、図示しない温度検出部と、を備えている。台座部は、制御手段 130 の融着制御部 131 の制御により移動可能に配設されている。マイクロトーチ 121 は、台座部に一体的に設けられ、火炎 121A を吐出して光ファイバ 11, 12 を加熱する。温度検出部は、マイクロトーチ 121 にて加熱された光ファイバ 11, 12 の温度を検出する。この検出方法としては、加熱により発光する光ファイバ 11, 12 の光量にて判断するなど、既存のいずれの方法をも利用できる。

そして、加熱手段 120 は、制御手段 130 の融着制御部 131 が温度検出部にて検出する温度に基づいてマイクロトーチ 121 を制御、すなわち加熱する温度や時間などが制御される。

#### 【0041】

制御手段 130 の融着制御部 131 は、動作制御手段としての第 1 の CPU（Central Processing Unit）131A を有している。この第 1 の CPU 131A は、加熱手段 120 および延伸手段に接続され、内蔵する図示しない内蔵メモリにあらかじめ設定登録された条件に基づいて、加熱手段 120 および延伸手段の動作を適宜制御する。すなわち、第 1 の CPU 131A は、加熱手段 120 による光ファイバ 11, 12 の加熱温度や加熱時間を制御し、延伸手段による保持部

111間に挟持された光ファイバ11, 12の延伸時間や延伸速度を制御する。

#### 【0042】

制御手段130の計測部132は、入光手段としての発光部132Aと、検出手段としての受光部132Bと、記憶手段、例えば図示しないメモリと、演算手段としての第2のCPU132Cと、を備えている。発光部132Aは、第1の光源132A1と、第2の光源132A2と、合波部132A3と、を備えている。第1の光源132A1および第2の光源132A2は、例えばレーザ光源などが利用され、それぞれ異なる波長、例えば第1の光源132A1は波長が約1550nmの光を出射し、第2の光源132A2は波長が約1310nmの光を出射する。合波部132A3は、第1の光源132A1および第2の光源132A2から出射される光を合波する。この合波部132A3は、光ファイバカプラ10のいずれか一方の光ファイバ11, 12に着脱可能に接続され、光ファイバ11, 12の長手方向の一端に合波した光を入射させる。

受光部132Bは、第1の受光部(P1)132B1と、第2の受光部(P2)132B2と、処理部132B3と、を備えている。第1の受光部132B1および第2の受光部132B2は、例えばフォトランジスタなどが用いられ、光ファイバカプラ10の光ファイバ11, 12の端部にそれぞれ接続され、光ファイバ11, 12から出射される光を受光する。処理部132B3は、第1の受光部132B1および第2の受光部132B2にそれぞれ接続され、これら第1の受光部132B1および第2の受光部132B2で受光した光に関する電気信号を適宜処理して出力する。

第2のCPU132Cは、受光部132Bの処理部132B3に接続され、処理部132B3で処理された信号を、メモリに記憶された処理プログラムや所定の関係式などの演算条件などに基づいて適宜処理し、例えば図示しない表示装置にグラフ表示するなど、融着する一対の光ファイバ11, 12の光の分岐や分波の状態を認識するとともに適宜出力させる。また、第2のCPU132Cは、融着制御部131の第1のCPU131Aに接続されている。そして、第2のCPU132Cは、処理部132B3からの信号に基づいて、あらかじめ設定された分岐や分波の状態を認識することにより、融着処理を停止させる旨の制御信号を

第1のCPU131Aに出力し、融着処理を停止させる。

【0043】

なお、メモリに設定される関係式は、例えば図5にグラフで示すような関数である。すなわち、DWCの光ファイバカプラ10を製造する場合には、三次関数  $y = -0.00001x^3 + 0.001557x^2 + 0.08135x$  が用いられ、WFCの光ファイバカプラ10を製造する場合には、三次関数  $y = -0.000025x^3 + 0.0025x^2 + 0.16x$  が用いられる。なお、図5は、DWCおよびWFCの光ファイバカプラ10を製造する際の関係式である三次関数を示すグラフで、融着時の一方の波長の光である1550nmの分岐比CRの値と融着を停止するタイミングの異なる波長の分岐比の差 $\Delta CR_0$ との関係を示す。そして、融着時に検出する波長1550nmの光の分岐比CRを上記三次関数のxの値に代入することにより、融点を停止するタイミングの分岐比の差 $\Delta CR_0$ がyの値として求められる。このような演算に基づいて、第2のCPU132Cは、処理部132B3からの信号に基づいて各波長の光の分岐比を認識し、それら分岐比の差 $\Delta CR$ を演算し、この演算により得られる $\Delta CR$ が三次関数に基づいて求めた分岐比の差 $\Delta CR_0$ と略等しくなったことを認識すると、制御信号を出力し、融着を停止させる制御をする。

【0044】

〔製造装置の動作〕

次に、上記製造装置を用いて光ファイバカプラを製造する動作について、図面を参照して説明する。図6は、光ファイバカプラを製造する際の加熱および延伸状況を示す説明図で、(A)は一方の光ファイバを加熱および延伸して融着させる部分を所定の光の伝搬定数となる径寸法に縮径処理する状況の説明図、(B)は一对の光ファイバを加熱して融着させる状況の説明図、(C)是一对の光ファイバを加熱しつつ延伸する状況の説明図、(D)は所定の分岐比に調整された光ファイバカプラの説明図である。図7は、分岐比が70%～30%のDWCを製造する際の融着時の光の分岐状況を表示手段でグラフ表示した画面表示を示す説明図である。図8は、分岐比が50%～50%のDWCを製造する際の融着時の光の分岐状況を表示手段でグラフ表示した画面表示を示す説明図である。図9は

、分岐比が70%－30%のDWCを製造する際の融着時の光の分岐比に基づいて停止タイミングの演算状況のグラフ表示を示す説明図である。図10は、分岐比が50%－50%のDWCを製造する際の融着時の光の分岐比に基づいて停止タイミングの演算状況のグラフ表示を示す説明図である。

#### 【0045】

まず、前処理工程を実施する。すなわち、2本の光ファイバ11, 12の被覆部材11C, 12Cの一部を除去する。そして、図6(A)に示すように、光ファイバ11(12)を被覆部材11C(12C)が除去された部分が一對の保持部111間に位置してほぼ弛みがない状態で保持手段110に保持する。この状態で、あらかじめ設定されてメモリに記憶した温度条件および延伸条件で加熱手段120を制御し、光ファイバ11(12)の被覆部材11C(12C)が除去された部分を縮径させ、所定の伝搬定数となる光ファイバ11(12)を作製する。

#### 【0046】

この後、融着工程を実施する。すなわち、所定の伝搬定数に調整された光ファイバ11(12)の縮径された部分を、光ファイバを12(11)の被覆部材12C(11C)の一部を削除した部分に互いに絡まって、図6(B)に示すように接触する状態にねじる。この状態で、縮径部分が一對の保持部111間に位置させてほぼ弛みがない状態で保持手段110に光ファイバ11, 12を保持させる。この光ファイバ11, 12の保持状態は、ねじった状態に限らず、略平行に配置して接触させたり、交差する状態で接触させたりしてもよい。

なお、光ファイバ11, 12の長手方向が交差する状態で加熱・延伸して融着させることで良好な融着部13を形成できることから、ねじった状態で保持することが好ましい。

#### 【0047】

この後、計測部132の発光部132Aを動作させ、第1の光源132A1および第2の光源132A2からそれぞれ異なる波長 $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ 、例えば波長が1550nmおよび1310nmの光をそれぞれ出射される光を合波部132A3で合波し、保持手段110に保持した一方の光ファイバ11, 12の一端から入射

させる。この光の入射により、入射された光は、受光部 132B の第 1 の受光部 132B1 および第 2 の受光部 132B2 で受光され、処理部 132B3 で受光に対応して出力される信号を処理し、第 2 の CPU 132C で光の分岐や分波状態を例えば図 7 に示すような画面表示で表示装置にて表示させる。なお、この状態では、一方の光ファイバ 11, 12 にのみ光を入射させることから、第 1 の受光部 132B1 または第 2 の受光部 132B2 の一方のみで受光される。

#### 【0048】

そして、メモリに記憶された所定の条件に基づいて、計測部 132 の第 2 の CPU 132C からの融着工程を実施する旨の信号を融着制御部 131 の第 1 の CPU 131A に出力させる。この信号を取得した第 1 の CPU 131A は、加熱手段 120 を適宜動作させ、保持手段 110 に保持された光ファイバ 11, 12 の被覆部材 11C, 12C が除去されて互いに捩れて接触する部分をマイクロトーチ 121 からの火炎 121A により加熱する。さらに、第 1 の CPU 131A は、図示しない延伸手段を適宜動作させて加熱されている光ファイバ 11, 12 を延伸する。

この融着工程の際、第 1 の CPU 131A は、台座部を光ファイバ 11, 12 の長手方向に略沿って所定の距離で所定の速度で移動する状態に移動させる制御をする。また、第 1 の CPU 131A は、温度検出部からの信号に基づいて所定の温度範囲で所定時間、加熱する制御をする。なお、温度調整としては、マイクロトーチ 121 に供給する燃料ガスや空気量の調整による熱量の調整、台座部の移動による火炎の当たり具合すなわち火炎 121A と光ファイバ 11, 12 との距離の調整など、いずれの制御方法が適用できる。また、第 1 の CPU 131A は、保持手段 110 の一対の保持部 111 間の距離を広げる方向に所定速度で移動させて延伸する制御をする。

#### 【0049】

この融着工程で、2 本の光ファイバ 11, 12 は、互いに融着して断面形状が略ひょうたん状や楕円状さらには円状となる。この融着の際、第 2 の CPU 132C は、光ファイバ 11, 12 から出射されて受光部 132B の第 1 の受光部 132B1 および第 2 の受光部 132B2 で受光された光の分岐状況を、処理部

132B3で処理された信号に基づいて認識する。

この分岐状況としては、例えば図7および図8に示すように、表示手段での画面表示でグラフ表示として表示される。すなわち、図7および図8に示すように、融着が進行するにしたがって光が次第に分岐される。なお、図7は、入射した波長が異なる光をそれぞれ70%と30%との同一の割合で分岐するDWCの光ファイバケーブル10を製造する際の分岐状況を示す。また、図8は、入射した波長が異なる光をそれぞれ50%ずつで同一の割合で分岐するDWCの光ファイバケーブル10を製造する際の分岐状況を示す。

#### 【0050】

そして、第2のCPU132Cは、処理部132B3からの分岐状況の信号に基づいて、図9および図10のグラフ表示で示すように、光ファイバ11、12から出射される各波長の光の分岐比CRの差 $\Delta CR$ （図9および図10中の一点鎖線）を逐次演算する。さらに、第2のCPU132Cは、処理部132B3からの分岐状況の信号に基づいて、上述した図5に示すメモリにあらかじめ記憶された関係式を用いて分岐比の差 $\Delta CR_0$ の値（図9および図10中の二点鎖線）を演算する。なお、図9は、入射した波長が異なる光をそれぞれ70%と30%との同一の割合で分岐するDWCの光ファイバケーブル10を製造する際の分岐状況を示す。図10は、入射した波長が異なる光をそれぞれ50%ずつで同一の割合で分岐するDWCの光ファイバケーブル10を製造する際の分岐状況を示す。

具体的には、処理部132B3から得られる一方の波長の光である1550nmの分岐比を、図5に示す関係式に代入して分岐比の差 $\Delta CR_0$ の値を逐次演算する。そして、第2のCPU132Cは、演算結果の分岐比の差 $\Delta CR$ が、関係式に基づいて求めた分岐比の差 $\Delta CR_0$ の値に略等しいか否かを判断する。この判断が略等しい、すなわち図9および図10に示すように、検出する光の分岐比の差 $\Delta CR$ と、関係式で表される分岐比の差 $\Delta CR_0$ とが交差した際に、融着工程を停止させる旨の制御信号を第1のCPU131Aに出力する。この制御信号を認識した第1のCPU131Aは、加熱手段120による加熱および延伸手段による延伸を停止させる制御をし、融着処理を停止させる。

#### 【0051】

## 〔製造装置における融着条件の設定〕

次に、上述した光ファイバカプラを製造する際の融着条件、すなわち融着を停止するタイミングの設定について、図面を参照して説明する。図11ないし図13は、入射した波長が異なる光をそれぞれ70%と30%との同一の割合で分岐するDWCの光ファイバカプラ10を製造した際の波長1550nmにおける分岐比と分岐比の差 $\Delta CR$ との関係を示すグラフである。図14は、図11ないし図13で示す関係の一次関数に基づいて近似する三次関数を示すグラフである。

## 【0052】

DWCの光ファイバカプラ10を製造する場合、図3(A)を用いて上述したように、異なる波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 光はそれぞれ同じ分岐比で分岐されることから、出射される光の分岐比CRの差 $\Delta CR$ の値がほぼ「0」である。そして、融着を停止させても予熱による光ファイバ11、12の結合の進行や冷却による体積収縮により、分岐比CRが変動するおそれがあることから、融着時に検出する光の分岐比の差 $\Delta CR$ が「0」となる前に融着を停止させ、その後の分岐比CRの変動を見越してそれぞれが同じ分岐比となるようにする必要がある。さらに、それぞれの光ファイバ11、12で異なる波長が同一の分岐比の状態で各光ファイバ11、12で分岐させる割合が異なることにより、融着を停止するタイミングが異なることが予想される。

## 【0053】

そして、各径寸法の光ファイバ11、12を用いて所望の分岐比が得られるDWCの光ファイバカプラ10を分岐比の差 $\Delta CR$ が「0」となる前の時期で適宜停止させ、製造された光ファイバカプラの実際の分岐比を測定した結果、目的とする分岐比と融着を停止したときの分岐比の差 $\Delta CR$ との間で、図11ないし図13に示すような関係があることが見出された。

すなわち、分岐比が0%～12%の範囲では、図11に示すように、一次関数 $y = 0.095x$ が近似関数として表される。また、分岐比が12%～30%の範囲では、図12に示すように、一次関数 $y = 0.135x - 0.5$ が近似関数として表される。さらに、分岐比が30%～50%では、図13に示すように、一次関数 $y = 0.155x - 1.1$ が近似関数として表される。そして、これら



一次関数の近似関数を演算すると、図5および図14に示すような三次関数が得られる。

このように、融着を停止させるタイミングとして、検出する光の分岐比の差 $\Delta CR$ が「0」となる前の所定の値が、実測値に基づいて求めた三次関数の関係式に基づいて容易に求められる。

#### 【0054】

##### 〔実施の形態の効果〕

上述したように、上記実施の形態では、被覆部材11C、12Cが除去されて略並列に互いに接触する状態で配置した2本の光ファイバ11、12を融着する際、いずれか一方の光ファイバ11（12）の一端から入射された波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ の異なる光を光ファイバ11、12の他端から読み取って、各波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ の光の分岐比の差 $\Delta CR$ が停止タイミングの基準となる所定の関係式で表される分岐比の差 $\Delta CR_0$ の値と略同一となった時点で、加熱および延伸の処理を停止させる。このため、あらかじめ設定された所定の関係式に基づいて加熱および延伸の停止時期を制御するので、融着処理を自動的に制御でき、光ファイバカプラ10の製造の自動化が得られ、自動化による安定した光学特性の光ファイバカプラ10が効率よく容易に得られるとともに、所定の関係式として、例えば加熱および延伸を停止した時期と得られた光ファイバカプラ10の分岐比との関係に基づく実測値によりあらかじめ設定しておくなどにより、従来のように所定の値の分岐比に固定することなく、分岐比が異なる割合でそれぞれ融着を停止するタイミングが異なる場合でも高精度で所望の分岐比の光ファイバカプラ10、例えば異なる波長でもそれぞれ高精度に同じ割合で分岐させるDWCや分岐比が高精度で所定の値となるWFCの光ファイバカプラを容易に得ることができる。

#### 【0055】

そして、関係式として、異なる波長の光の分岐比が略同一となる各分岐比で光ファイバカプラ10を製造した際の加熱および延伸を停止した時点における分岐比の差 $\Delta CR$ の値に基づいて、近似する関数を求めて関係式としている。このため、実測値に基づく関係式で融着を終了するタイミングを制御することとなり、高精度で所望の分岐比の光ファイバカプラ10を容易に得ることができる。

## 【0056】

また、関係式として、所定の分岐比の範囲、例えば0%～12%、12%～30%および30%～50%の3つの範囲毎に異なる一次関数で近似し、さらにこれら一次関数を近似して三次関数を求めている。このため、実測値に基づく関係式が容易に求められるとともに、1つの関係式で容易に融着を停止させるタイミングを演算でき、高精度で所望の分岐比の光ファイバケーブル10が得られる構成を容易に得ることができる。

## 【0057】

そして、関係式として、DWCの光ファイバケーブル10を製造する場合には三次関数  $y = -0.00001x^3 + 0.001557x^2 + 0.08135x$  を用い、WFCの光ファイバケーブル10を製造する場合には三次関数  $y = -0.000025x^3 + 0.0025x^2 + 0.16x$  を用いる。このため、良好に高精度で所望の分岐比の光ファイバケーブル10を容易に得ることができる。

## 【0058】

〔他の実施の形態〕

なお、本発明の光ファイバケーブルの製造において、上述した各実施の形態にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

## 【0059】

すなわち、融着工程後に融着部13を湾曲させる冷却調整工程を実施させてもよい。さらには、融着工程の前に延伸せずに単に加熱して予熱する工程を実施してもよい。

そして、2本の光ファイバ11、12を融着させた光ファイバケーブル10の製造について説明したが、複数本を融着させる構成としてもよい。

また、加熱手段120として火炎121Aを利用するマイクロトーチ121を用いて説明したが、セラミックスヒータやレーザ光などの火炎121Aを利用しないで加熱するなど、加熱する方法としてはいずれの方法でも適用できる。

## 【0060】

そして、融着を停止するタイミングの基準となる関係式として、三次関数を用

いて説明したが、三次関数に限らず、三次関数を求める前に各分岐比の範囲毎の一次関数を用いたり、一次関数で近似することなく直接二次関数や三次関数、指数関数などの曲線で近似したりするなど、いずれの関数を用いてもよい。

さらに、一次関数および三次関数としては、上述した関数に限られるものではない。すなわち、一次関数として3つの領域で近似したが、2つの領域やより複数の領域に細分化して近似してもよく、これら一次関数の数により関数の次数も代わり、領域を代えることで一次関数の係数が変わるので三次関数の係数  $a$ 、 $b$ 、 $c$  も変動する。なお、上記実施の形態で近似した場合、得られた光ファイバカプラの光学特性の精度が極めて良好であった。

#### 【0061】

また、関係式として、図11ないし図13に示すように、DWCの光ファイバカプラ10を製造する際の関数を求める際、得られた光ファイバカプラ10がDWCの特性である異なる波長の光が同一の割合でそれぞれ分岐するものの各分岐比毎の融着を停止した際の波長1550nmに基づく分岐比CRの関数としたが、いずれの波長に基づくものの関数を用いてもよい。すなわち、光ファイバカプラ10として利用する光の波長に対応する波長で関数を求めてもよい。

そして、例えばWFCの場合には、異なる波長のいずれか一方の波長の分岐比が所定の値で得られた光ファイバカプラ10の融着停止した際の光の分岐比CRの関数を求めればよい。

さらに、本発明においては、分岐比0%～50%を中心に説明したが、同様に分岐比50%～100%についても近似関数化して適用できるものである。

#### 【0062】

その他、本発明の実施の際の具体的な構造および手順などは、本発明の目的を達成できる範囲で他の構成に変更するなどしてもよい。

#### 【0063】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、いずれか1つの光ファイバの一端から入射された波長の異なる光を光ファイバの他端から読み取って、各波長の光の分岐比の差が、製造された光ファイバカプラの製造の際におけるいずれか1つの波長の光の分岐比と異な

る波長の光の分岐比の差との関係式に基づいて得られる分岐比の差の値と略同一となった時点で、加熱および延伸の処理を停止させるため、あらかじめ製造された光ファイバカプラの製造時の分岐比と分岐比の差との関係式に基づいて、融着の停止時期を制御するので、融着が自動的に制御され、光ファイバカプラの自動的な製造が図れ、自動化による安定した光学特性の光ファイバカプラを容易に得ることができるとともに、あらかじめ製造された光ファイバカプラの分岐比と分岐比の差との関係に基づく関係式により、高精度で所望の分岐比の光ファイバカプラを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施の形態における光ファイバカプラを示す保護部材近傍の一部を切り欠いた断面図である。

【図 2】

前記一実施の形態における光ファイバカプラを示す保護部材近傍の一部を切り欠いた平面図である。

【図 3】

前記一実施の形態における形式の異なる光ファイバカプラを示す説明図である。

(A) : DWC の分岐状況を示す説明図

(B) : WFC の分岐状況を示す説明図

【図 4】

前記一実施の形態における光ファイバカプラの製造装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 5】

前記一実施の形態における光ファイバカプラの融着の停止時期を設定するための関係式を示すグラフである。

【図 6】

前記一実施の形態における光ファイバカプラを製造する際の加熱および延伸状況を示す説明図である。

(A)：一方の光ファイバを加熱・延伸して縮径処理する状況の説明図

(B)：一対の光ファイバを加熱して融着させる状況の説明図

(C)：一対の光ファイバを加熱・延伸する状況の説明図

(D)：製造された光ファイバカプラの説明図

**【図 7】**

前記一実施の形態における分岐比が70%－30%のDWCを製造する際の融着時の光の分岐状況を表示手段でグラフ表示した画面表示を示す説明図である。

**【図 8】**

前記一実施の形態における分岐比が50%－50%のDWCを製造する際の融着時の光の分岐状況を表示手段でグラフ表示した画面表示を示す説明図である。

**【図 9】**

前記一実施の形態における分岐比が70%－30%のDWCを製造する際の融着時の光の分岐比に基づいて停止タイミングの演算状況のグラフ表示を示す説明図である。

**【図 10】**

前記一実施の形態における分岐比が50%－50%のDWCを製造する際の融着時の光の分岐比に基づいて停止タイミングの演算状況のグラフ表示を示す説明図である。

**【図 11】**

前記一実施の形態における光ファイバカプラの融着の停止時期を設定するための関係式の一例を示すグラフである。

**【図 12】**

前記一実施の形態における光ファイバカプラの融着の停止時期を設定するための関係式の一例を示すグラフである。

**【図 13】**

前記一実施の形態における光ファイバカプラの融着の停止時期を設定するための関係式の一例を示すグラフである。

**【図 14】**

前記一実施の形態における図11ないし図13で示す関係の一次関数に基づい

て近似する三次関数を示すグラフである。

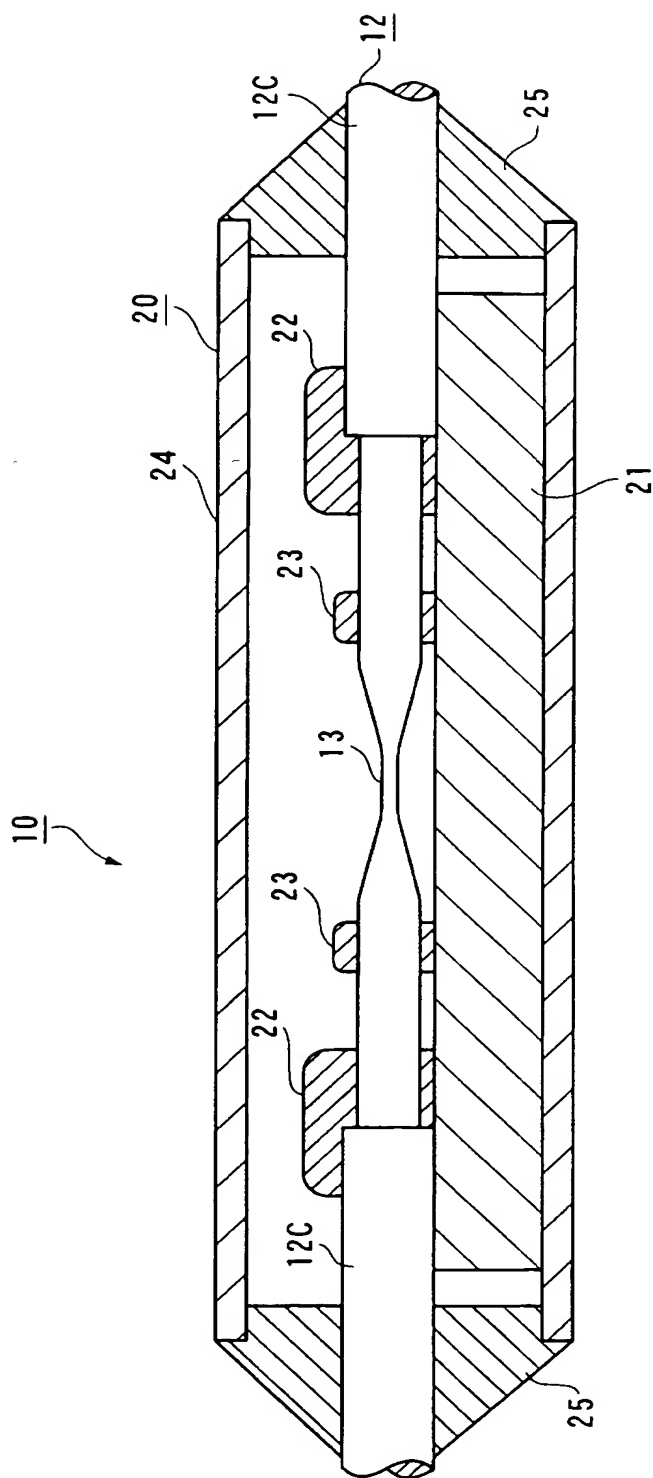
【符号の説明】

10：光ファイバケーブル、11、12：光ファイバ、13：融着部、100：製造装置、110：保持手段、120：加熱手段、130：制御手段、131A；動作制御手段としての第1のCPU、132：演算手段としての計測部、132A：入光手段としての発光部、132B：検出手段としての受光部、132C：第2のCPU

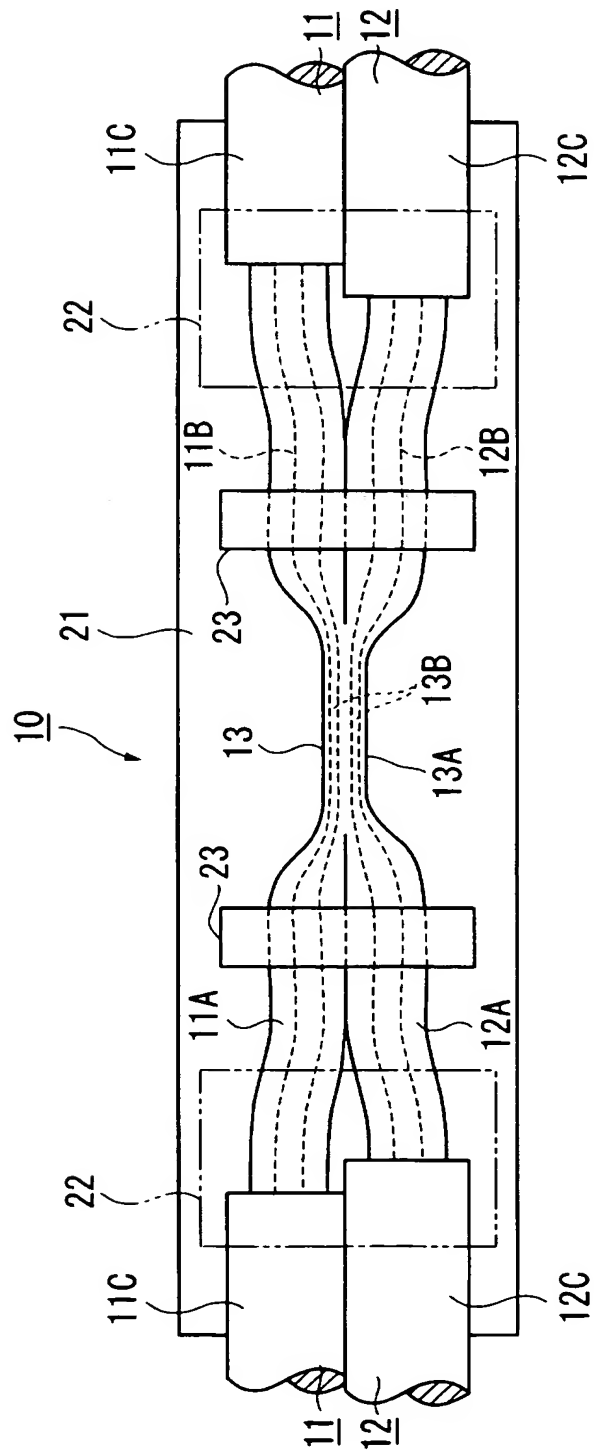
【書類名】

図面

【図 1】

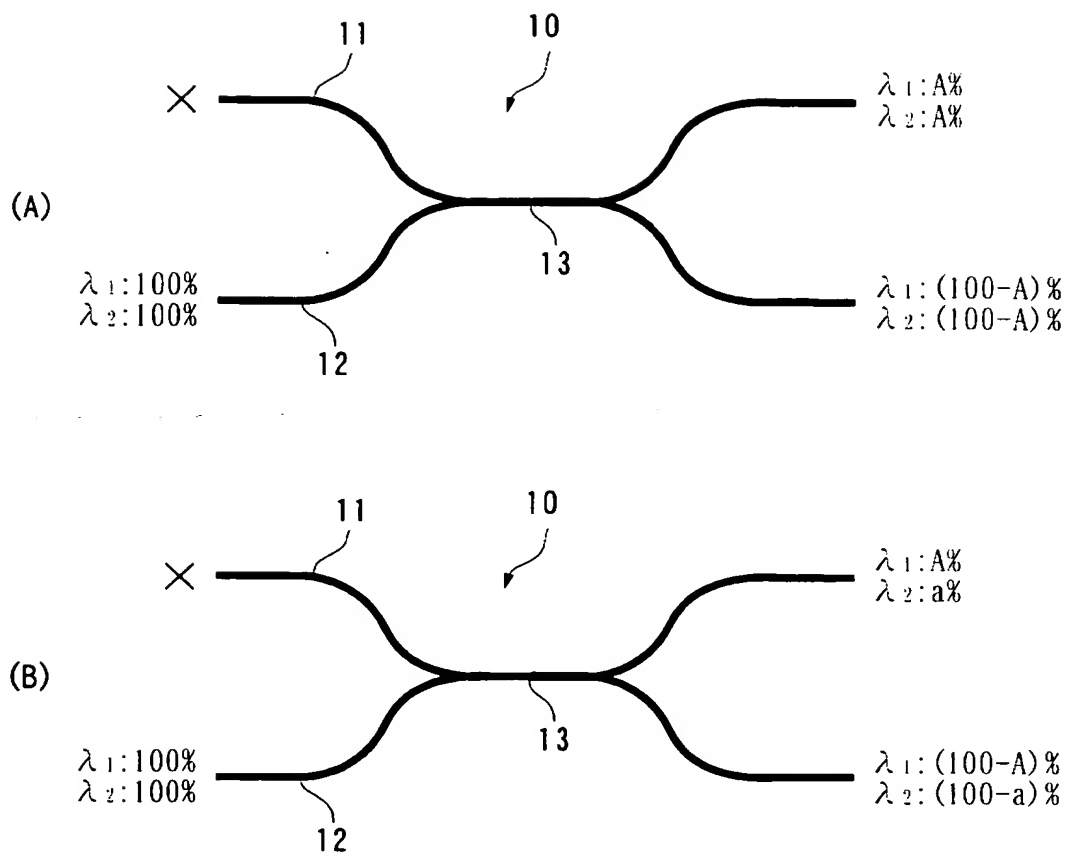


【圖 2】

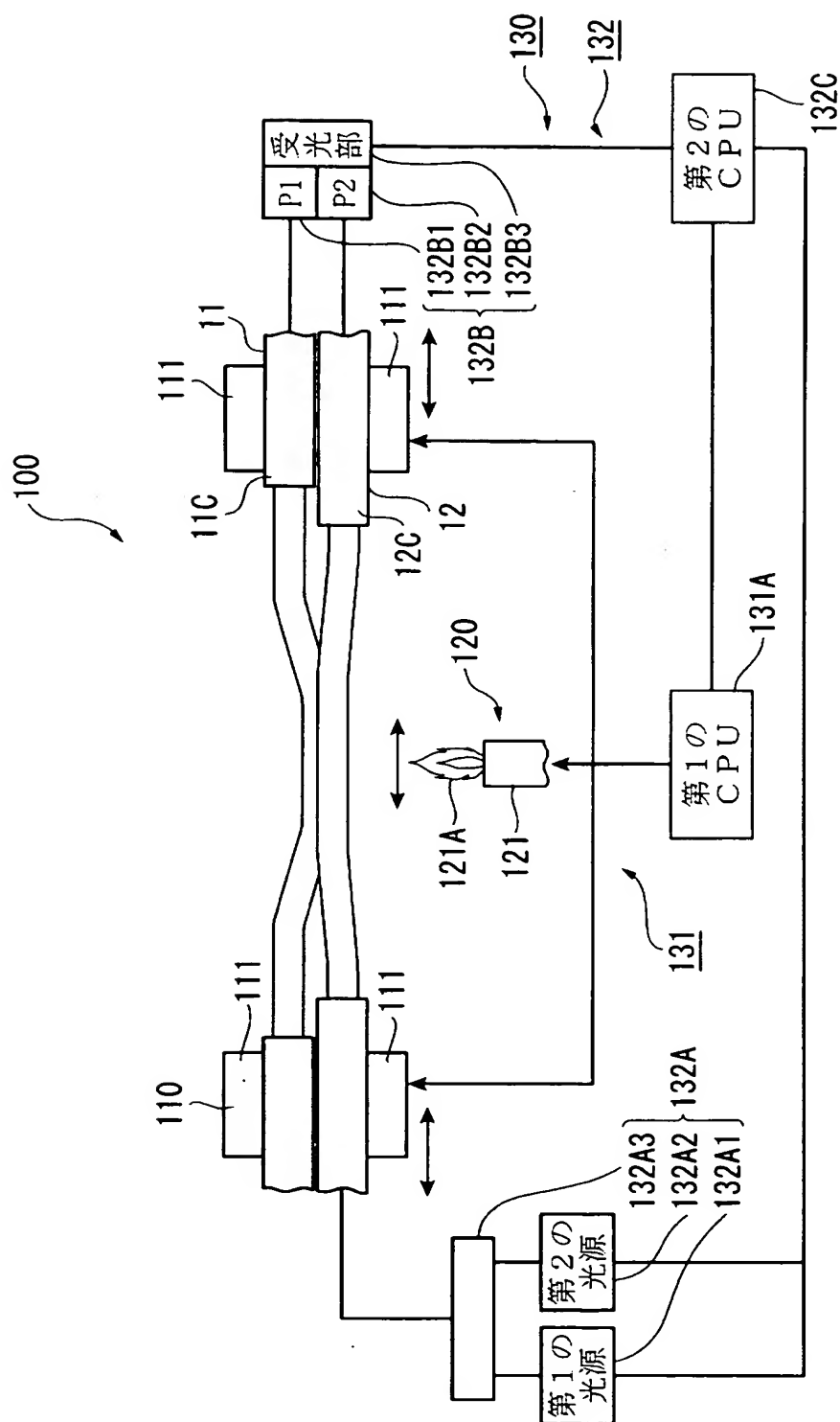




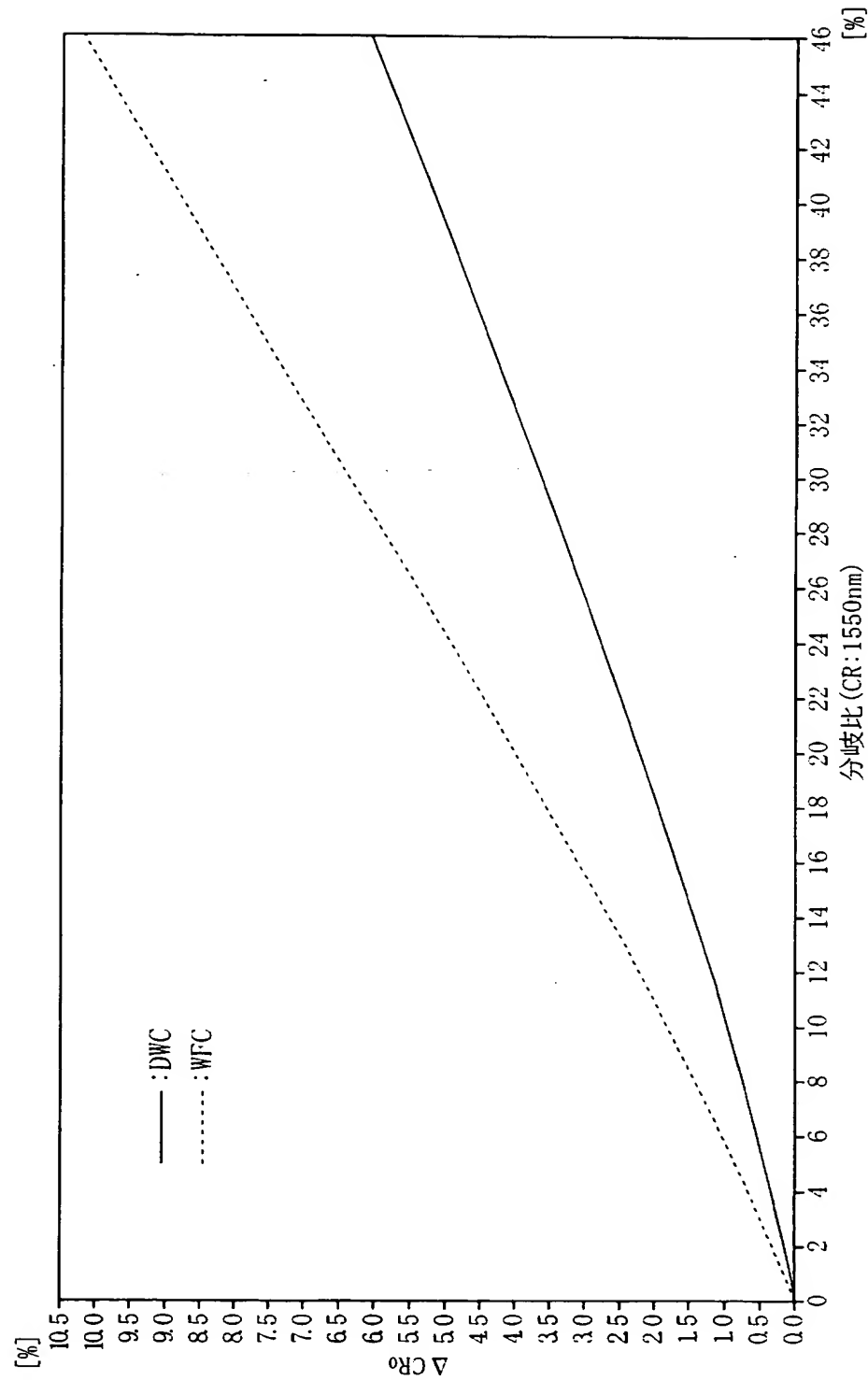
【図 3】



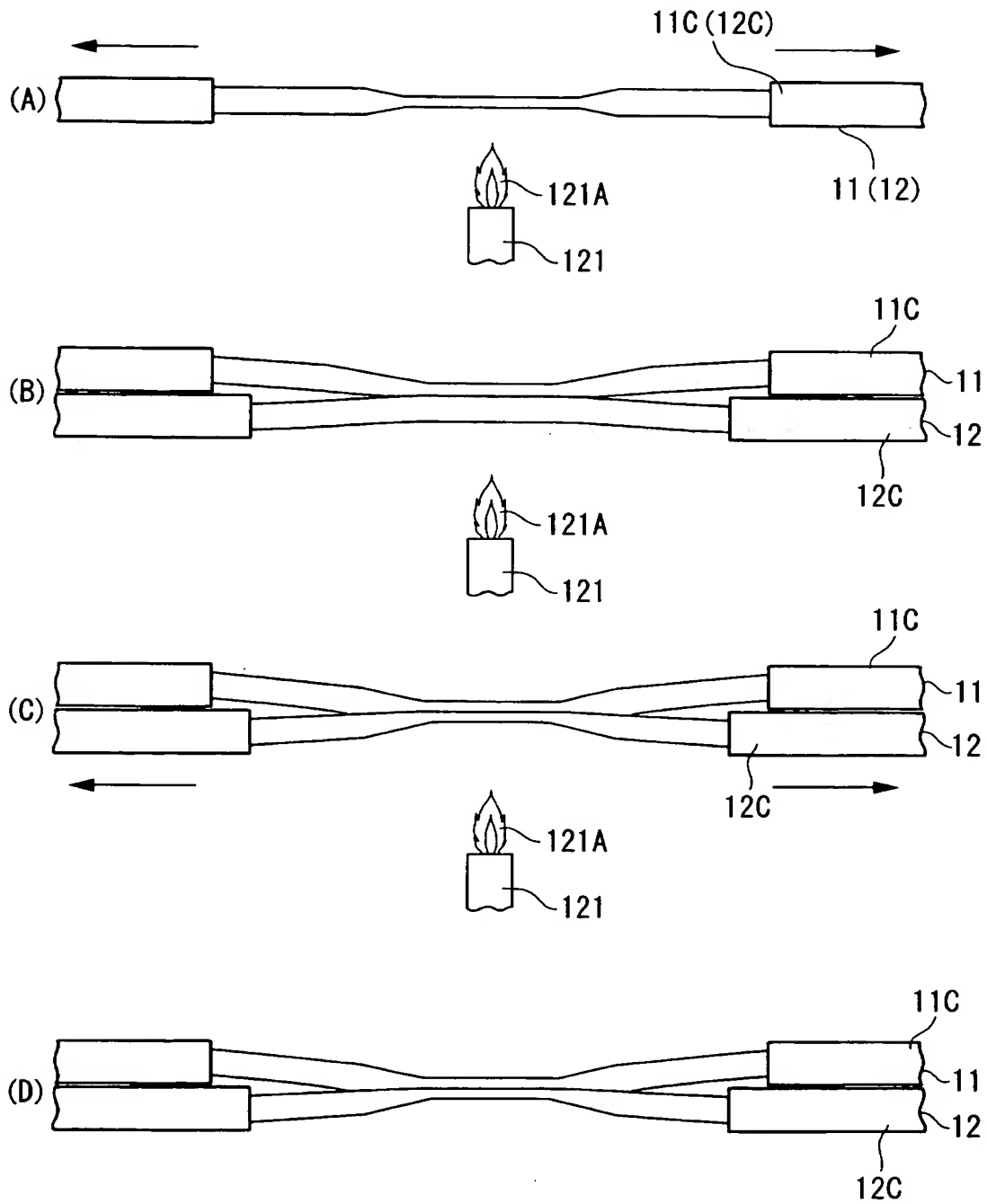
【図 4】



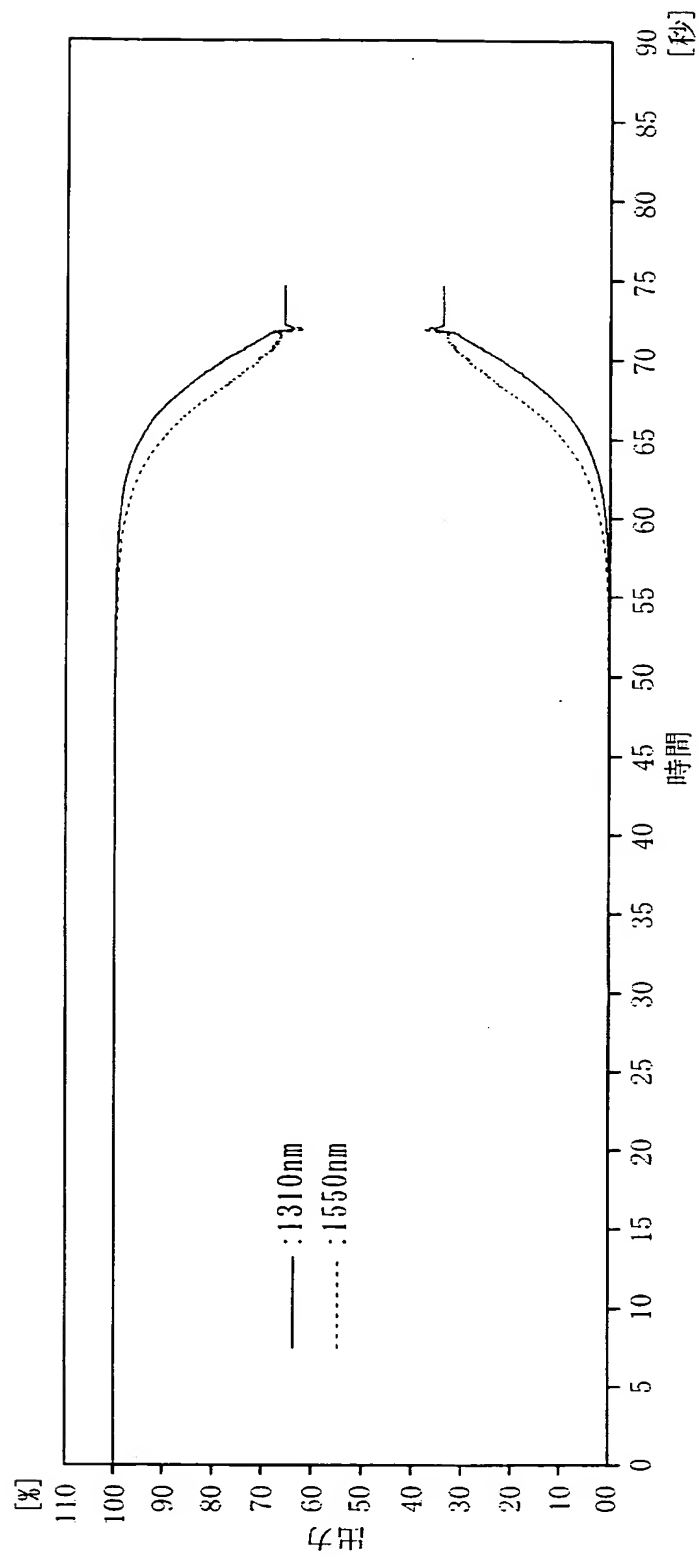
【図 5】



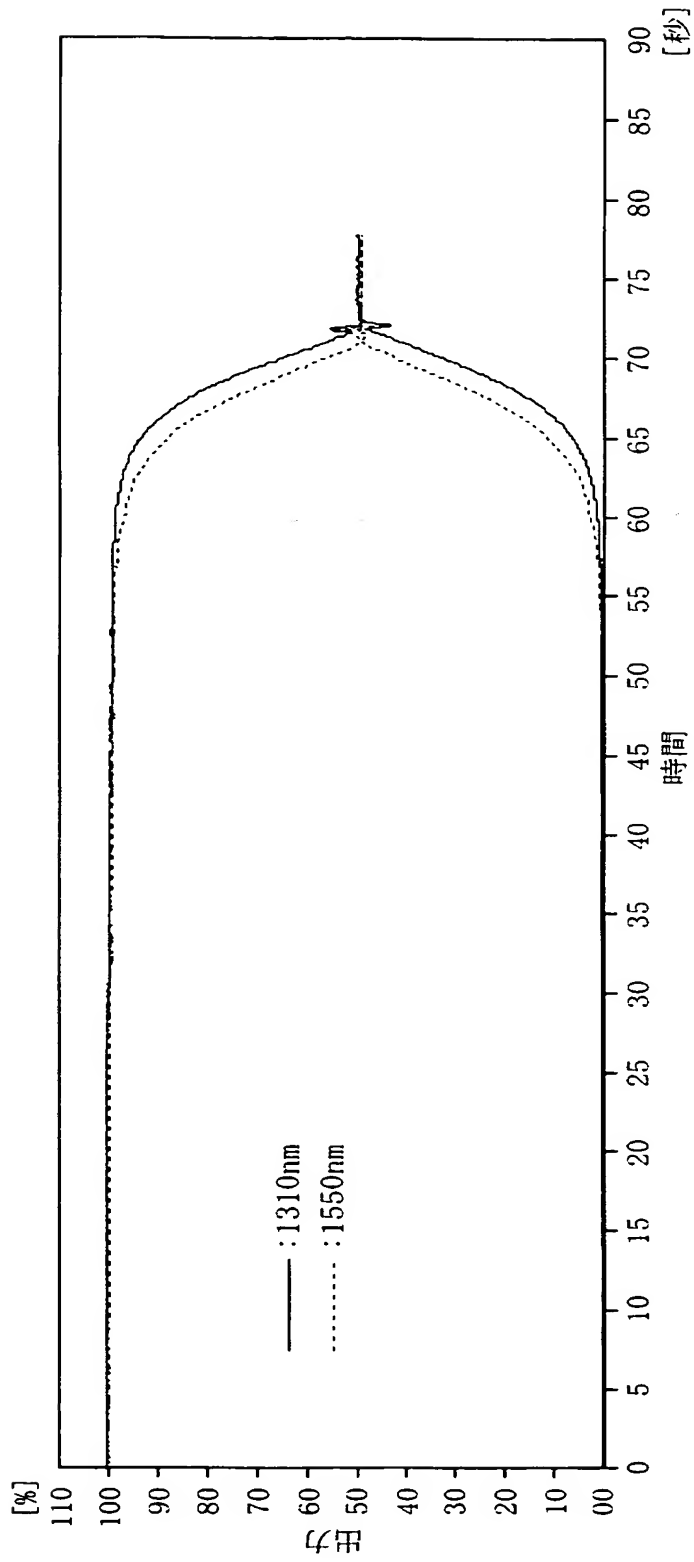
【図 6】



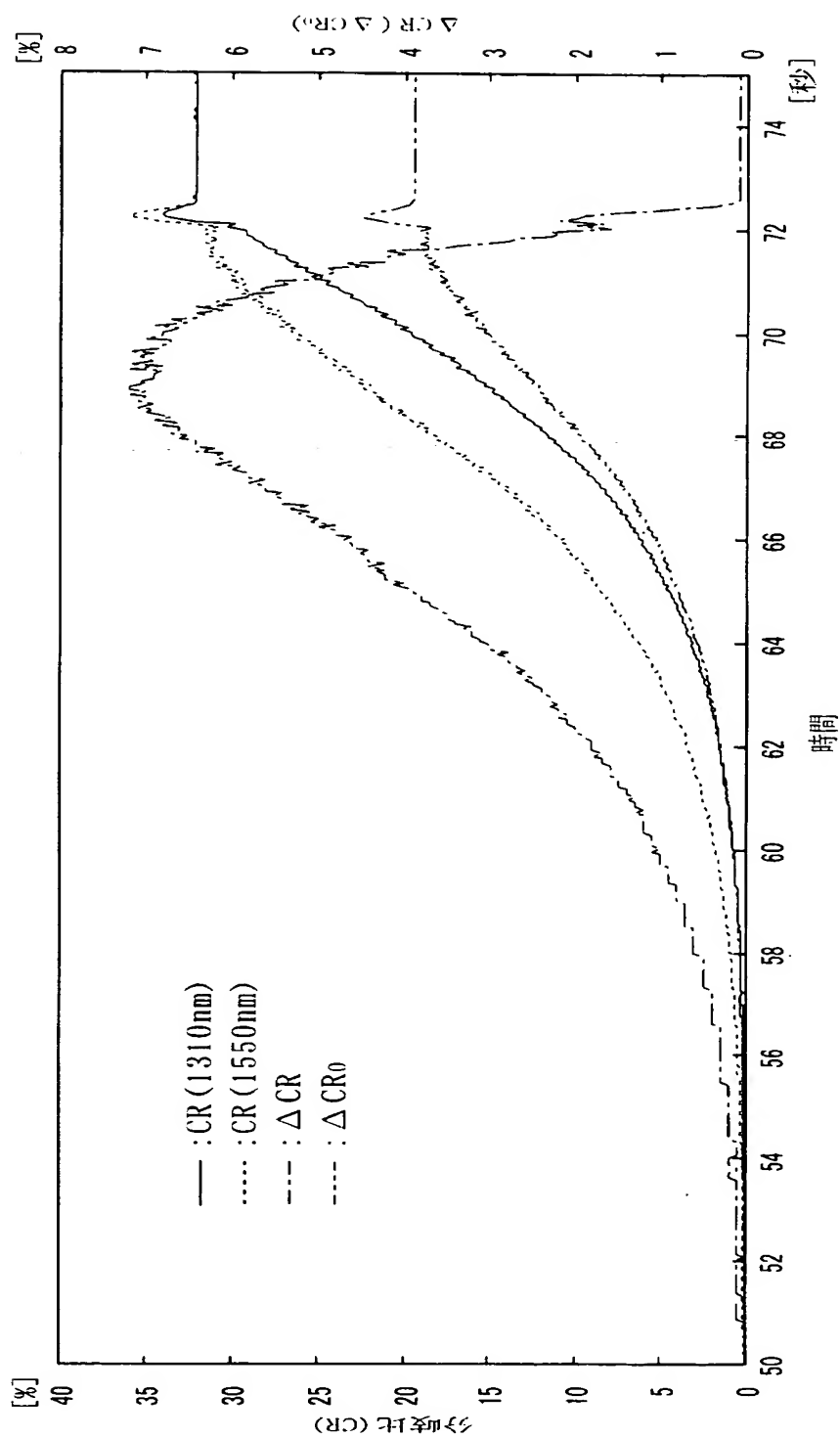
【図 7】



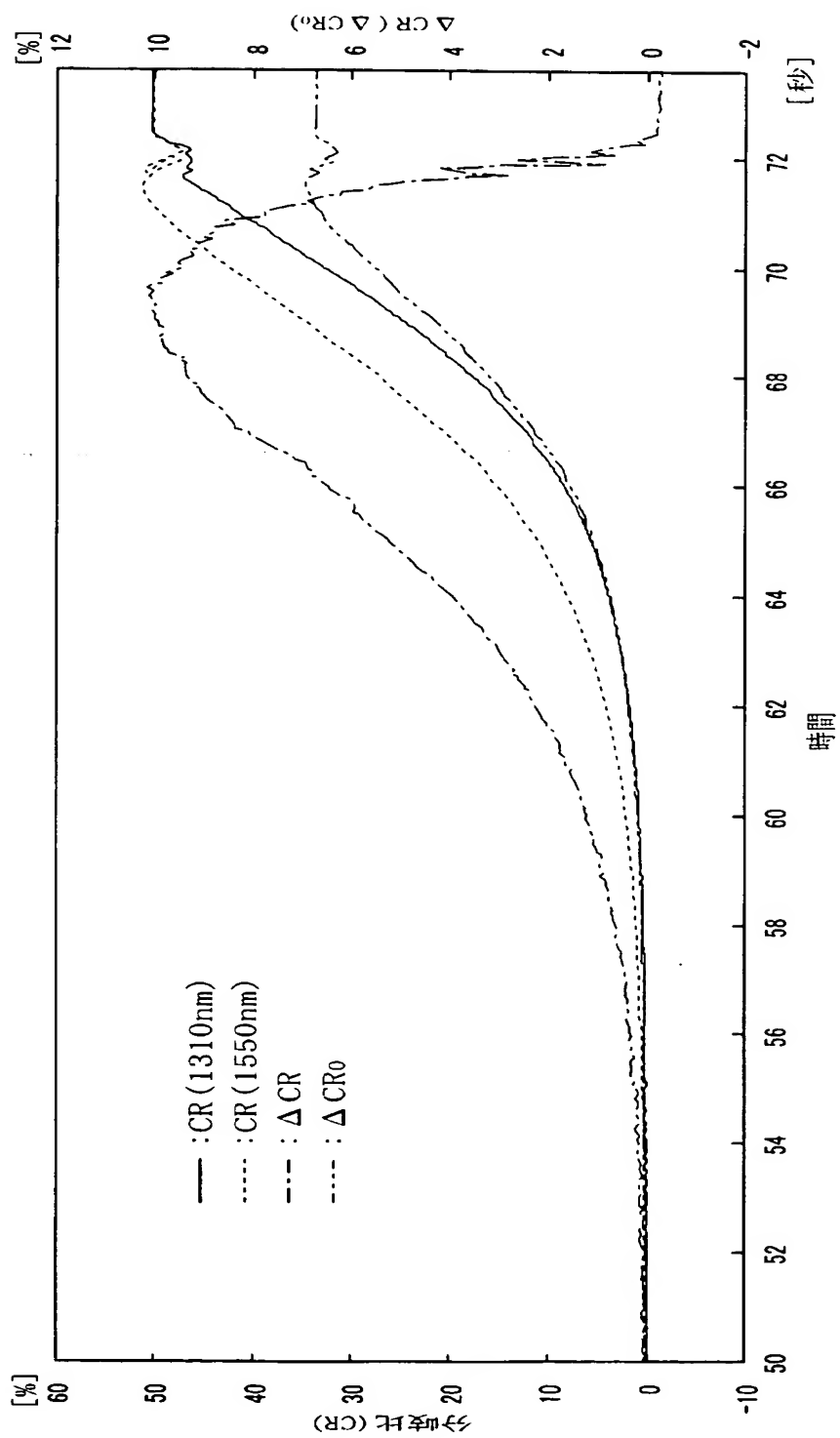
【図 8】



【図 9】

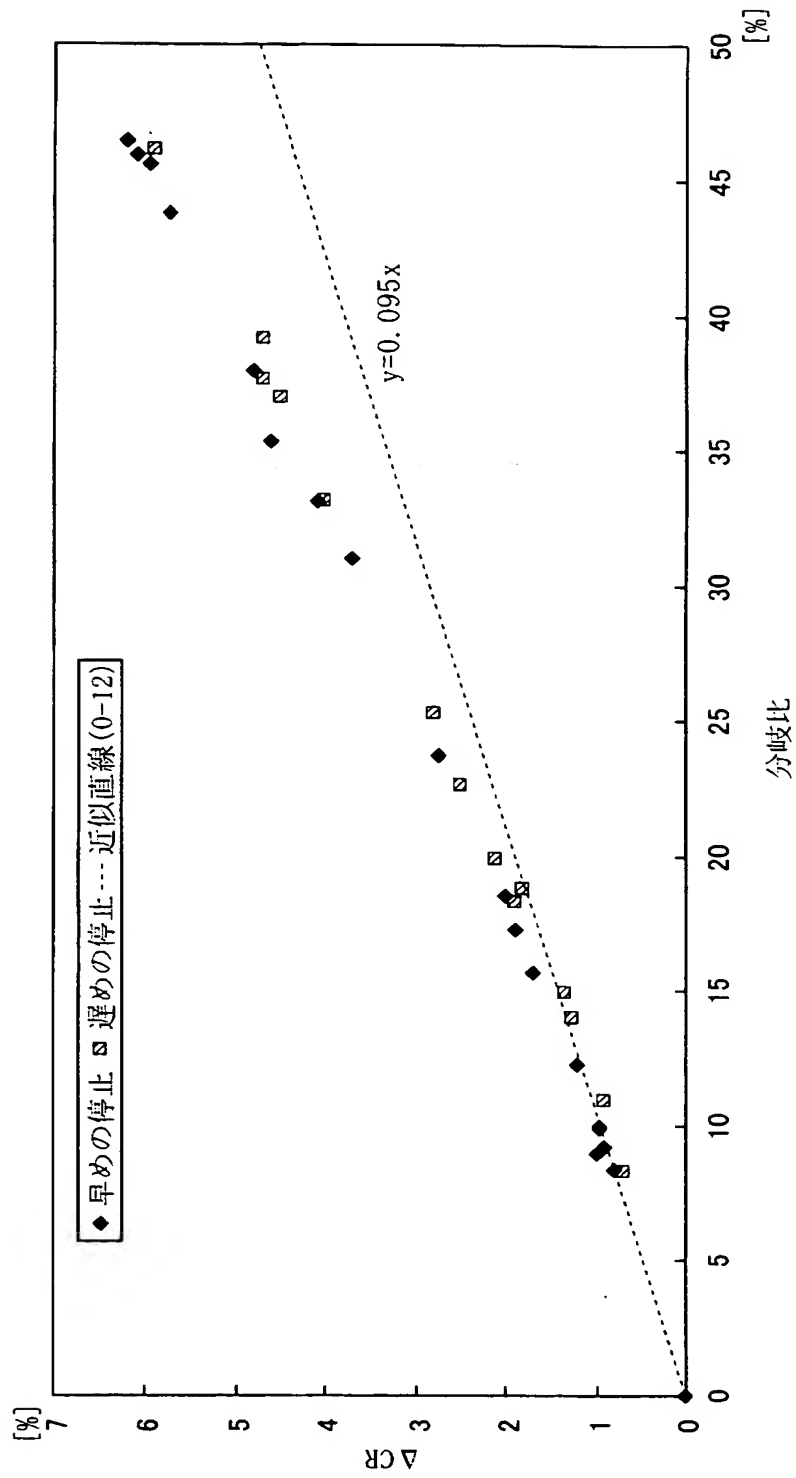


【図 10】

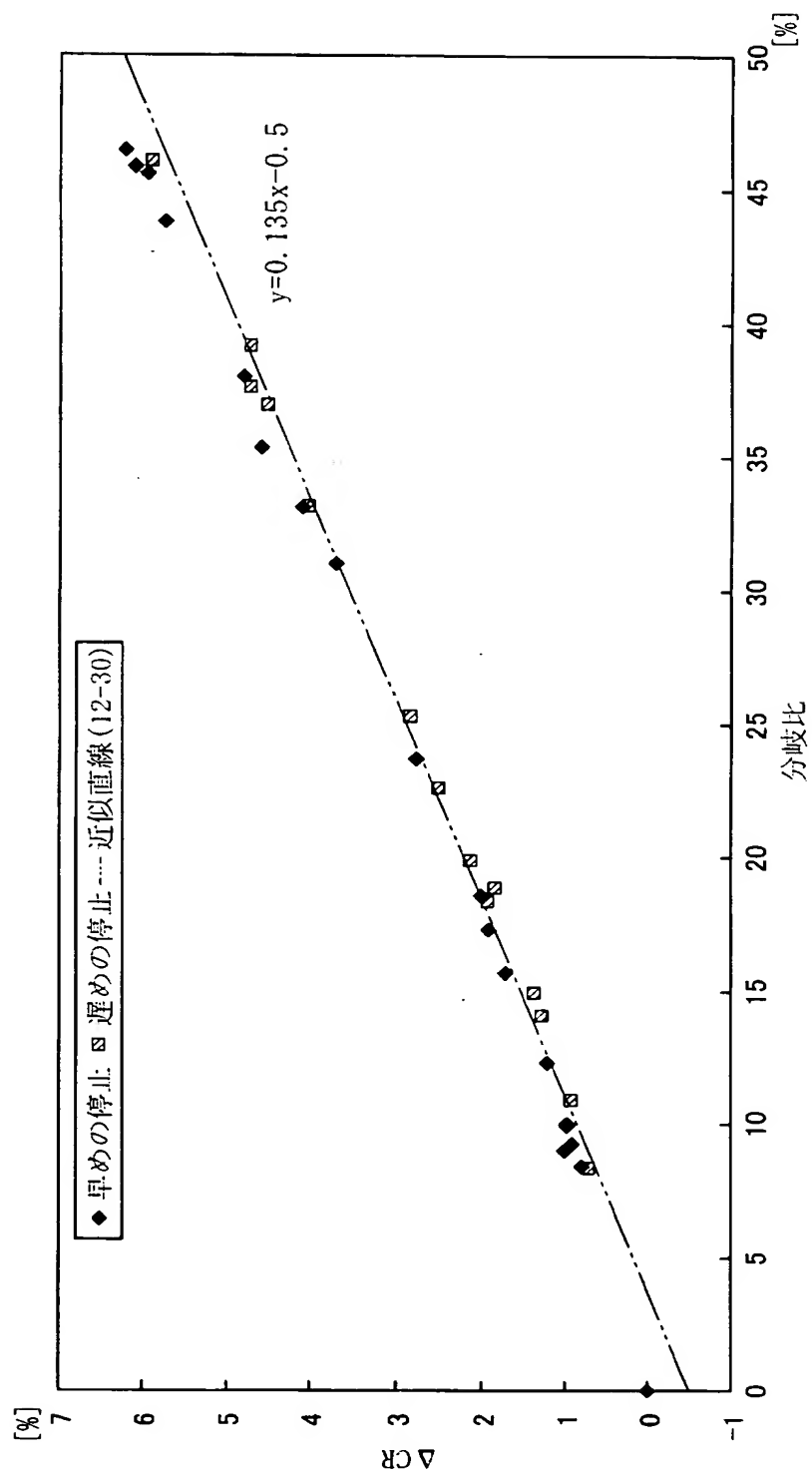




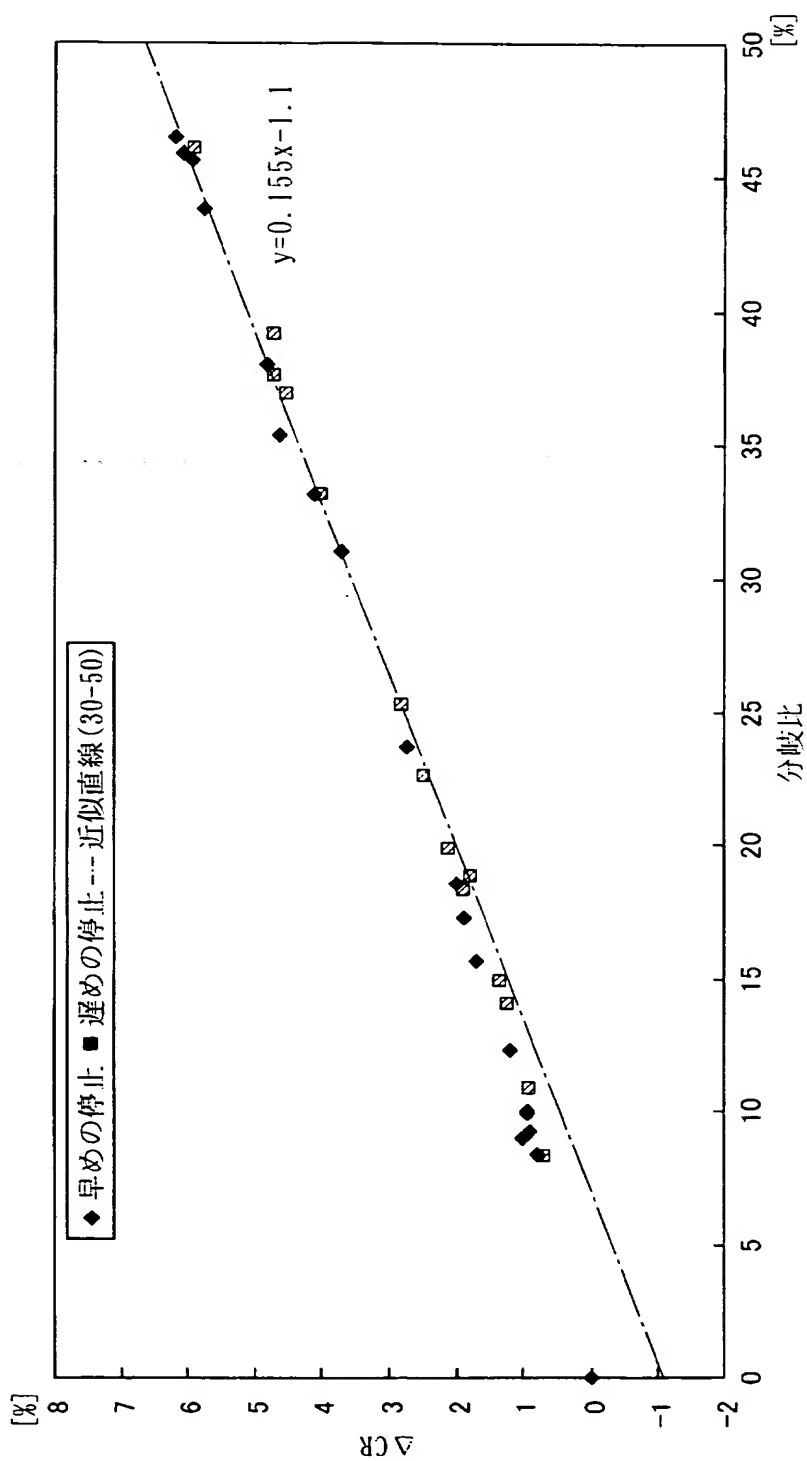
【図 11】



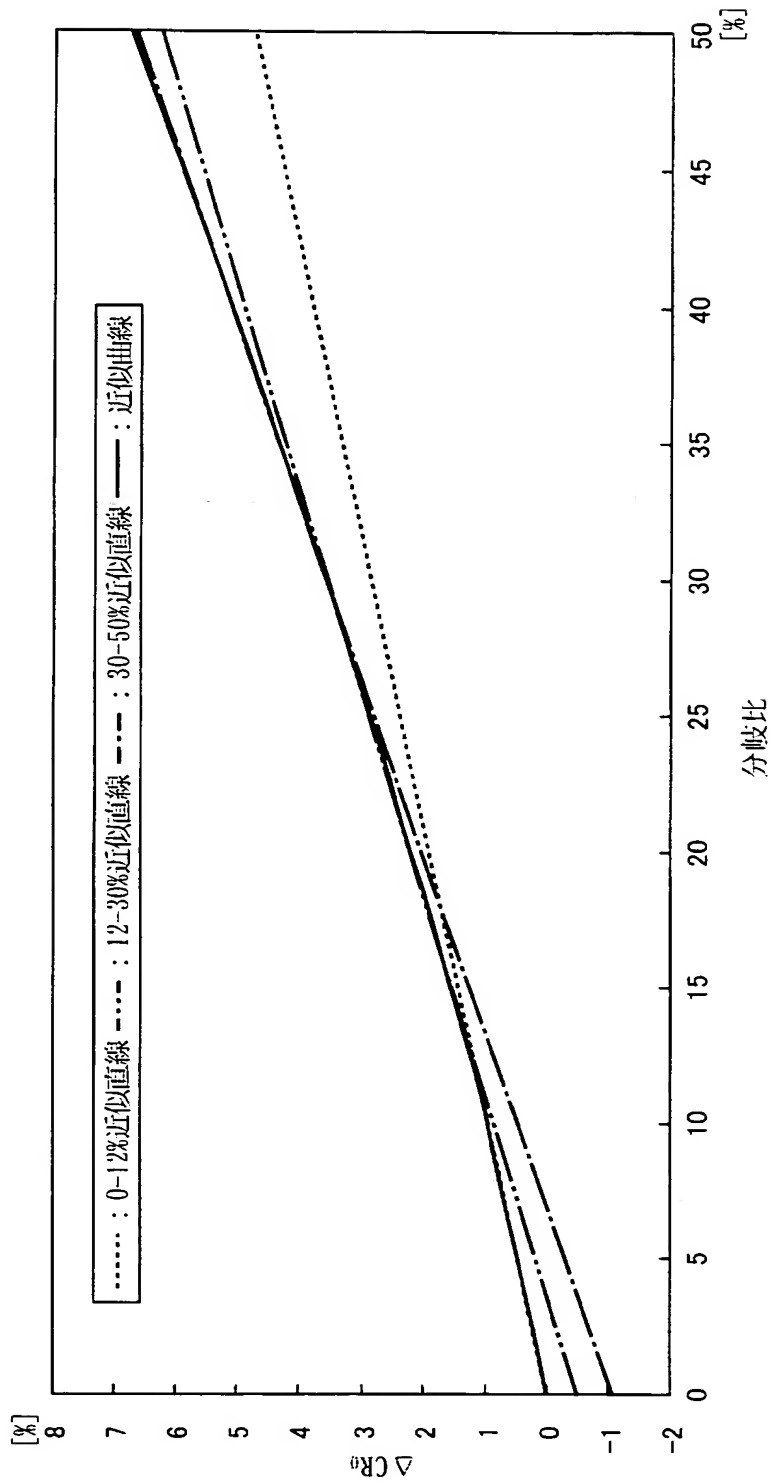
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 良好な光学特性で効率よく製造可能な光ファイバカプラの製造方法を提供する。

【解決手段】 被覆部材を一部除去した2本の光ファイバを略並列に接触して配置保持し、一部を加熱延伸して融着させる。融着の際、一方の光ファイバに異なる波長で合波した光を入射させ、光ファイバから出射する光の分岐状況を検出する。あらかじめ製造した光ファイバの波長の分岐比 $CR$ と光ファイバの融着停止時の分岐比の差 $\Delta CR$ との関係に基づいて作成した三次関数に基づいて、融着時の分岐比の差 $\Delta CR$ が三次関数から演算した分岐比の差 $\Delta CR_0$ と略同一となった時点で融着処理を停止する。実測値に基づく三次関数で融着終了のタイミングを自動制御でき、高精度で所望の分岐比に容易に製造できる。

【選択図】 図9

特願 2 0 0 3 - 0 7 1 3 7 3

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 8 2 8 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 4 年 8 月 1 9 日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都千代田区神田和泉町 1 番地

氏 名

ワイケイケイ株式会社

2 . 変更年月日

2 0 0 3 年 8 月 1 日

[変更理由]

名称変更

住所変更

住 所

東京都千代田区神田和泉町 1 番地

氏 名

Y K K 株式会社